

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA**

**MAPEAMENTO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS EM EMPRESA DO RAMO DE
PLÁSTICOS DE PERFORMANCE**

Thales Henrique Moura Alencar

Trabalho de Graduação apresentado ao
Departamento de Engenharia Química da
Universidade Federal de São Carlos

Orientador: Prof. Dr. Antonio José Gonçalves Cruz

São Carlos – SP

2020

BANCA EXAMINADORA

Trabalho de Graduação apresentado no dia 14 de dezembro de 2020 perante a seguinte banca examinadora:

Orientador: Prof. Dr. Antonio José Gonçalves Cruz, DEQ/UFSCar

Convidada: Profa. Dra. Rosineide Gomes da Silva Cruz, DEQ/UFSCar

Professor da Disciplina: Prof. Dr. Rodrigo Béttega, DEQ/UFSCar

*Aos meus pais, Lenilda e Vicente, que
são a base de todas as minhas conquistas.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar minha família por todo apoio e por acreditar sempre nos meus sonhos, suportando a distância e a saudade. Aos amigos que a vida me deu de presente ao longo desses anos e que tornaram a vivência em São Carlos uma memória inesquecível.

Agradeço aos projetos de extensão como a Physis Jr. e o Projeto Pontinha que mudaram a minha visão sobre o empreendedorismo e a importância do trabalho social. O mesmo se estende as duas oportunidades de estágio onde me desenvolvi pessoal e profissionalmente.

Sou grato aos professores do DEQ e a UFSCar pelo suporte técnico e apoio durante esses anos de graduação. Agradeço ao meu orientador Antonio, a professora Rosineide e o professor Rodrigo que compuseram a banca examinadora e que tornaram possível a composição deste trabalho.

RESUMO

Diante das crescentes transformações que o mercado vem passando, as empresas precisam acompanhar esse desenvolvimento sendo ágeis e inovadoras. Conhecer e ter controle da sua cadeia de valor é fundamental para que elas se mantenham competitivas no mercado. Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo mapear a cadeia de suprimentos de uma empresa do ramo de plásticos de performance, mais especificamente no mercado de tecidos recobertos com politetrafluoretileno (PTFE) de propriedades antiaderentes, explorando os processos por meio da metodologia denominada Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV). O trabalho se encontra dividido em duas partes principais: a primeira se refere a uma contextualização da manufatura enxuta e da exploração da ferramenta MFV e a segunda parte é a aplicação desta ferramenta por meio de um estudo de campo. Com o mapeamento foi possível verificar o fluxo com que um pedido se transforma em produto, visualizar a eficiência do processo atual e sinalizar oportunidades de melhoria futura em toda a cadeia. A partir da construção do MFV do estado futuro, a projeção sugerida apresentou uma redução de 51% do *lead time* atual, sendo o trabalho de processamento (WIP) reduzido em 80%, resultando em uma melhora de 108% na agregação de valor.

Paravras-chave: Mapeamento de fluxo de valor, Cadeia de suprimentos, produção enxuta.

ABSTRACT

Due to the increasing market transformations that we have been going through, companies need to keep up by being agile and innovative. Knowing and controlling the value chain is essential to keep them competitive in the market. Therefore, the objective of this work was to map the value chain from a company in the performance plastic segment, more precisely, in the non-stick polytetrafluoroethylene (PTFE) covered fabric, detailing the process using Value Stream Mapping (VSM). This work is divided in two parts: the first one is a contextualization of the lean manufacture and the exploration of the VSM tool and the second one is a field application of the framework. Through mapping, it is possible to verify the process in which an order is transformed into a product, visualizing the current process performance and highlighting the future opportunities of improvements in the chain. From the construction of the VSM in the future state, the suggested projection showed a reduction of 51% of the current lead time, with the Work-in-Process (WIP) reduced by 80%, leading to a 108% improvement in value added.

Keywords: Value Stream Mapping, Supply Chain, lean manufacturing.

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1- INTRODUÇÃO | 12 |
| 1.1- MOTIVAÇÃO PESSOAL | 13 |
| 1.2- OBJETIVOS DO TRABALHO | 14 |
| 1.2.1- Objetivo Geral | 14 |
| 1.2.2- Objetivos Específicos | 14 |
| 1.3- DELIMITAÇÃO DO ESTUDO | 14 |
| 2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 16 |
| 2.1- SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO (STP)..... | 16 |
| 2.1.1- Produção Enxuta | 16 |
| 2.2- MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR..... | 17 |
| 3- DESCRIÇÃO DO MÉTODO | 20 |
| 3.1- ELEMENTOS INTEGRANTES DO MFV | 20 |
| 3.1.1- Principais Dados Coletados | 23 |
| 3.1.2- Linha do Tempo | 23 |
| 3.2- DEFINIÇÃO DA FAMÍLIA DE PRODUTOS..... | 24 |
| 3.3- MAPA DO ESTADO ATUAL | 24 |
| 3.3.1- Principais Elementos do Estado Atual | 25 |
| 3.4- MAPA DO ESTADO FUTURO | 25 |
| 3.4.1- Principais Elementos do Estado Futuro | 26 |
| 4- RESULTADOS E DISCUSSÕES | 27 |
| 4.1- CONHECENDO A EMPRESA | 27 |
| 4.1.1- Processo Produtivo | 28 |
| 4.1.2- Área de <i>Supply Chain</i> | 29 |
| 4.2- ESCOLHENDO A FAMÍLIA DE PRODUTOS | 29 |
| 4.3- CONSTRUINDO O MAPA DO ESTADO ATUAL..... | 32 |
| 4.3.1- Demanda de Vendas | 33 |
| 4.3.2- Identificando os Estoques e seus Volumes | 33 |
| 4.3.3- Tempos de Processamento | 35 |
| 4.3.4- Mapa do Estado Atual | 36 |

| | |
|--|----|
| 4.3.4.1- <i>Loop</i> Cliente..... | 36 |
| 4.3.4.2- <i>Loop</i> Produção | 40 |
| 4.3.4.3- <i>Loop</i> Fornecedor | 41 |
| 4.3.4.4- <i>Loop</i> Processos de Apoio..... | 42 |
| 4.4- CONSTRUINDO O MAPA DO ESTADO FUTURO | 43 |
| 4.4.1- Produzindo de Acordo com o Tempo <i>Takt</i> | 43 |
| 4.4.2- Criando Fluxo Contínuo | 44 |
| 4.4.3- Identificando o Processo Puxador | 48 |
| 4.4.4- Distribuição dos Produtos e <i>Mix</i> de Produção | 48 |
| 4.4.5- Mapa do Estado Futuro | 48 |
| 4.4.5.1- Novo <i>lead time</i> | 50 |
| 4.5- MELHORIAS DO PROCESSO..... | 50 |
| 5- CONCLUSÕES E SUGESTÕES | 53 |
| 5.1- LIMITAÇÕES DO TRABALHO | 53 |
| 5.2- RECOMENDAÇÕES DE TRABALHOS FUTUROS | 54 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 55 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Fluxos e estações de trabalho..... | 20 |
| Figura 2: Linha do tempo. | 23 |
| Figura 3: Fluxograma simplificado do processo de produção..... | 29 |
| Figura 4: Comparação do volume de vendas por família de produtos. | 30 |
| Figura 5: Comparação do volume de vendas por família de produtos acabados. | 31 |
| Figura 6: Comparação do volume de vendas por família de produtos de revenda..... | 31 |
| Figura 7: Mapa do fluxo de valor do estado atual. | 37 |
| Figura 8: Mapa do fluxo de valor do estado atual dividido em <i>loops</i> | 38 |
| Figura 9: Acuracidade de vendas. | 39 |
| Figura 10: Tempos de ciclo atuais..... | 44 |
| Figura 11: Mapa do fluxo de valor do estado futuro. | 49 |

LISTA DE TABELAS E QUADROS

| | |
|--|----|
| Tabela 1: Ícones de materiais | 21 |
| Tabela 2: Ícones de informação..... | 22 |
| Tabela 3: Ícones gerais. | 22 |
| Tabela 4: Matriz de operações versus produtos. | 32 |
| Tabela 5: Demanda média mensal de produtos por família. | 33 |
| Tabela 6: Valores de estoque em dias. | 35 |
| Tabela 7: Tempos de processamento..... | 35 |
| Tabela 8: Capacidade produtiva no <i>loop</i> produção. | 41 |
| Tabela 9: <i>Lead time</i> de importação..... | 41 |
| Tabela 10: Capacidade e distribuição dos produtos na torre. | 45 |
| Tabela 11: Capacidade e distribuição dos produtos na calandra. | 46 |
| Tabela 12: Capacidade e distribuição dos produtos na adesivadora. | 46 |
| Tabela 13: Capacidade e distribuição dos produtos na área de corte. | 46 |
| Tabela 14: <i>Lead time</i> do MFV do estado futuro..... | 50 |
| Tabela 15: Comparação entre estado atual e futuro do <i>lead time</i> e <i>WIP</i> | 50 |
| Tabela 16: Linha do tempo do MFV. | 51 |
| Tabela 17: Melhorias identificadas no processo atual..... | 51 |

NOMENCLATURA

FIFO – *First in First out* (“primeiro a entrar, primeiro a sair”).

JIT – *Just-in-time* (“momento certo”).

MFV – Mapa de Fluxo de Valor.

MRP – *Material Requirement Planning* (Planejamento dos Recursos da Manufatura).

PCP – Planejamento e Controle da Produção.

PTFE – Politetrafluoretileno.

SAP – *Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung* (Sistemas, Aplicativos e Produtos para Processamento de Dados).

STP – Sistema Toyota de Produção.

VSM – *Value Stream Mapping* (Mapa de Fluxo de Valor).

WIP – *Work-in-Process* (Trabalho de Processamento).

1- INTRODUÇÃO

Em um mundo cada vez mais globalizado em que os clientes estão mais exigentes e a concorrência entre as empresas mais acirrada, para se manterem competitivas, as indústrias precisam estar constantemente aperfeiçoando os seus métodos de gestão e estratégias de negócio buscando sempre ferramentas que alavanquem os seus resultados.

É preciso inovar para se diferenciar diante da concorrência, não basta oferecer excelentes produtos e serviços. Segundo Porter (1989), é a partir das iniciativas de inovação que as empresas atingem vantagem competitiva, em especial na abrangência de novas tecnologias e novos modos de se fazer as coisas.

Enquanto a tecnologia muitas vezes se pauta em despender altos recursos e investimentos, a inovação e o controle de como os processos são realizados se tornam extremamente importantes neste cenário. Diante disso, as ferramentas da qualidade, que remontam o início das atividades da administração, atraem a atenção das organizações que buscam otimizar os seus recursos e eliminar os desperdícios como uma forma de obter vantagem competitiva.

De acordo com Peinaldo e Graeml (2007), o início das atividades da administração da produção tiveram maior ênfase por volta de 1780 com o início da Revolução Industrial e com a contribuição significativa de estudiosos conhecidos até hoje como Taylor, Fayol, Ford, entre outros.

Por volta de 1880, após um século das iniciativas que movimentaram o hemisfério norte, foi que o processo de industrialização no Brasil se iniciou. Este atraso gerou diversos impactos no processo de industrialização brasileiro cujas consequências ainda podem ser sentidas na atualidade (PEINADO; GRAEML, 2007). Com um início tardio e o posterior enfrentamento a diversas dificuldades e burocracias internas, a falta de competitividade inibe a indústria brasileira frente aos seus concorrentes mundiais.

A adoção de um modelo Toyota, ou *lean*, ganha mais notoriedade nestes cenários como uma forma de sobrevivência dessas empresas. Objetiva-se por meio do *lean* a melhora no fluxo de valor e na cadeia de suprimentos, reduzindo os custos, extinguindo desperdícios, melhorando a qualidade dos produtos e processos, além da otimização dos *lead times* (BLACK, 1998).

Para se trabalhar as melhorias é importante que antes se tenha um diagnóstico do negócio como um todo, visando elencar prioridades e segregar os trabalhos em planos e

metas. Por meio do Mapeamento do Fluxo de Valor, uma das ferramentas de diagnóstico do *lean*, percebeu-se que parte dos desperdícios das empresas vêm também das suas áreas de apoio e não apenas do sistema de produção. Isto levou à aplicação da mesma cultura *lean* às áreas de apoio do sistema produtivo (Keyte & Locher, 2004). Ou seja, muito se foca no sistema produtivo como a solução dos problemas, mas enxergar o todo e em como os processos se conectam trazem ganhos extremamente relevantes para a organização.

1.1- MOTIVAÇÃO PESSOAL

O presente trabalho se origina pela vivência, por meio de estágio na área de *Supply Chain*, em indústria do ramo de plásticos de performance com contato a diversos mercados do setor. Com uma pluralidade de produtos e segmentos, optou-se pelo estudo dentro do mercado de tecidos recobertos com politetrafluoretileno (PTFE) de propriedades antiaderentes com unidade de produção localizada na cidade de Vinhedo – SP.

A escolha do mercado se dá em primeiro momento pela necessidade de estudo aprofundado deste negócio visando uma maior compreensão dos seus processos e dificuldades de trabalho. É importante salientar que parte do estudo pode ser extrapolado para outros mercados, em especial no que diz respeito aos processos de apoio do sistema produtivo.

Trabalhar com *Supply Chain* requer um conhecimento aprofundado sobre os negócios pelos quais se dá suporte, sempre com a finalidade de gerar satisfação por meio do cliente buscando atender todos os seus requisitos com o menor tempo possível. Ao mesmo tempo deve-se buscar a redução de custos e promover o aumento constante da qualidade dos produtos e serviços.

O MFV é uma ferramenta democrática que permite o fácil entendimento de todos. Por ser adaptável, ela consegue delimitar, e ao mesmo tempo abranger, aspectos que os responsáveis pelo mapeamento consideram importantes para aquele determinado trabalho. Também traz o ganho de debates constantes entre os envolvidos, adicionando conceitos e técnicas enxutas que ajudam a evitar o trabalho das técnicas de forma isolada e sem a compreensão do todo. Mapear o fluxo de valor é a primeira etapa para a implementação de diversas outras ferramentas de melhoria.

1.2- OBJETIVOS DO TRABALHO

1.2.1- Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é fazer um estudo prático da cadeia de suprimentos em indústria do ramo de plásticos de performance, por meio do Mapeamento de Fluxo de Valor e dos conceitos da manufatura enxuta.

1.2.2- Objetivos Específicos

Este trabalho tem como objetivos específicos:

- a) Fazer o mapeamento do Estado Atual da empresa como objeto de estudo, por meio do MFV, evidenciando algumas métricas *lean*;
- b) Ter claro a relação das atividades que agregam e as que não agregam valor;
- c) Identificar projetos de melhoria em andamento assim como levantar novas oportunidades;
- d) Por meio dos princípios enxutos, propor um Estado Futuro do MFV.

1.3- DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

A cadeia de suprimentos é um conjunto de atividades dentro de uma empresa com foco em produção, armazenamento e transporte de produtos ou serviços. Ela busca a harmonia entre as áreas e setores por onde passam o fluxo do produto e deve promover a eficiência para os processos agregando valor ao consumidor final.

A produção enxuta fornece diversas técnicas e princípios que podem ser abordados no detalhe em toda a cadeia, o próprio MFV é capaz de abranger fronteiras extensas que podem ir desde a geração da matéria-prima.

Normalmente o foco do mapeamento surge no chão de fábrica como uma necessidade de olhar o sistema produtivo. Como este trabalho traz uma visão a partir da cadeia de suprimentos como um todo, serão minimamente contemplados também os processos de apoio.

Portanto o presente trabalho abordará o fluxo de “porta-a-porta”, assim como definido por Rother e Shook (2003), dentro da planta, incluindo a entrega dos produtos ao consumidor final assim como a chegada de materiais comprados do fornecedor.

2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo apresenta uma breve revisão do Sistema Toyota de Produção (STP), abordando os principais conceitos da manufatura enxuta, e finaliza com a apresentação da metodologia denominada Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV).

2.1- SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO (STP)

A Toyota foi fundada em 1932, mas apenas em 1950, quando Eiji Toyota visitou a fábrica Rouge da Ford em Detroit, é que ela passa a se tornar a conhecida Toyota Motor Company (WOMACK *et al*, 2004).

Em 1950 o Japão possuía um mercado doméstico limitado, passava por uma crise pós-guerra com altos preços de combustível e a Toyota, que desde o final de 1949 já apresentava queda nas vendas, precisou demitir um grande número de funcionários (WOMACK *et al*, 2004).

Pelo mercado japonês ser demasiado pequeno, além das dificuldades de exportação em massa, a Toyota chegou a conclusão de que não bastava copiar o modelo de produção americano (WOMACK *et al*, 2004). Com isso, no período pós-guerra, a Toyota desenvolveu um sistema de produção envolvendo a fabricação de lotes reduzidos indo de encontro a produção em larga escala (OHNO, 1997).

2.1.1- Produção Enxuta

Womack e Jones (1998) definem a Manufatura Enxuta como sendo uma abordagem que busca melhor organizar e gerenciar os relacionamentos de uma empresa com os seus clientes. O mesmo deve se estender aos fornecedores, ao desenvolvimento de produtos e também as operações de produção. A ideia principal é fazer cada vez mais com menos.

A manufatura enxuta possui dois pilares principais: *Just-in-time* (JIT) e automação. O *just-in-time* é o termo que se refere a produção dos materiais necessários, com as quantidades necessárias e no tempo necessário, enquanto a automação busca o controle independente dos defeitos.

Ohno (1997) também reforça que o Sistema Toyota de Produção (STP) se encontra baseado no JIT e na automação, mas inclui ainda a completa eliminação das perdas. Estes

pilares são suportados por outros dois conceitos que são: a flexibilidade da mão-de-obra (Shenjika, em japonês) e o pensamento criativo (Soikufu, em Japonês).

Black (1998) complementa que a visão da manufatura enxuta praticada pelos japoneses dita que além da indústria precisar eliminar os desperdícios é preciso ter também um grande respeito pelas pessoas.

O pensamento enxuto tem como ponto essencial o valor a partir da perspectiva do cliente, ou seja, um produto específico deve atender às necessidades do cliente a um preço específico em um momento específico (WOMACK *et al*, 1998).

2.2- MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR

O Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV), tradução de *Value Stream Mapping* (VSM), é uma ferramenta desenvolvida pelo *Operations Management Consulting Division* (OMCD) da Toyota Company e tem como propósito sintetizar os princípios do STP.

Conhecido na Toyota como “Mapeamento do Fluxo de Informação e Material”, o Mapeamento do Fluxo de Valor é um método usado para representar o estado presente e o estado futuro, ou o “ideal”, dos processos. É uma ferramenta que visa eliminar os desperdícios e agregar valor (ROTHER; SHOOK, 2003).

Segundo Rother e Shook (2003), o fluxo de valor representa toda ação (que agrega ou não agrega valor) necessária para que um produto percorra todos os fluxos necessários a cada produto. Normalmente o MFV é usado para representar: (1) o fluxo de produção desde a matéria-prima até o consumidor e (2) o fluxo do projeto do produto, da criação até o lançamento.

A perspectiva do fluxo de valor deve ser olhada a partir do quadro mais amplo, de forma a buscar melhorias no todo, e não apenas se estreitar aos processos específicos e individuais. Isso significa que não se deve percorrer todo o caminho detalhadamente, as fronteiras precisam estar bem delimitadas para se ter um maior controle durante o mapeamento. Um exemplo disso é o fluxo de produção “porta-a-porta” dentro da planta, que abrange o contato com o cliente para a entrega dos produtos e o fornecimento de materiais e insumos pelos fornecedores (ROTHER; SHOOK, 2003).

O mapeamento do fluxo de valor deve ser uma ferramenta simples, que necessita apenas de papel e lápis. Na prática deve-se seguir o caminho pelo qual um produto passa, do cliente ao fornecedor, representando de forma visual cada processo no que diz respeito ao fluxo de material e de informação. Isso ajuda a enxergar e entender o chão de fábrica na

busca de tornar o fluxo enxuto, agregando valor e eliminando desperdícios. Mapeando o “estado atual”, já é possível identificar questões chave para a elaboração do “estado futuro” e de como o valor deveria fluir (ROTHER; SHOOK, 2003).

Rother e Shook (2003) sintetizam as seguintes considerações que levam o Mapeamento do Fluxo de Valor a ser uma ferramenta essencial:

- a) Auxilia na visualização não somente dos processos individuais, mas sim uma visão do fluxo completo;
- b) Auxilia na identificação das fontes de desperdício;
- c) Possui uma linguagem comum para o tratamento dos processos de manufatura, tornando os fluxos visíveis de modo a facilitar a sua discussão;
- d) Une técnicas e conceitos enxutos em um só trabalho;
- e) Funciona como ponto de partida em um plano de implementação enxuta;
- f) Traz a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material.

Apesar de ser uma ferramenta dinâmica e de livre adaptação as reais necessidades de cada trabalho, deve-se atentar durante a utilização do MFV a algumas inadequações quanto ao seu uso. Ferro (2005) ressalta alguns exemplos:

- a) Confundir meio com fim, ou seja, não se deve mapear por mapear ou simplesmente sair mapeando tudo. Sugere-se focar os esforços nos fluxos de valor que exigem uma melhoria necessária mesmo que sobre uma perspectiva ampla. É preciso entender a situação atual e entender também o porquê de os problemas ocorrerem. Também se deve: definir logo no início as metas de melhoria, buscar um consenso na equipe sobre o estado futuro, ter claro as responsabilidades e, por fim, uma vez implementado o estado futuro este passará a ser o novo estado atual e essa é a dinâmica da melhoria contínua.
- b) O MFV não pode ser delegado, é necessário que a alta direção esteja envolvida na definição e implementação do estado futuro para se garantir a completa execução do trabalho.
- c) O MFV é diferente dos tradicionais mapas de processos. Geralmente os mapas de processos focam nos processos individuais e não nos fluxos de materiais e informações dos produtos. Além disso, os mapas tradicionais não levam em conta as melhorias de acordo com os princípios *lean*.

O MFV pode também ser utilizado para mapear a cadeia de suprimentos inteira de forma a se reduzir o *lead time* e ganhar eficiência e qualidade no fluxo de valor. Para Ghinato (1996), o MFV é uma ferramenta interessante que, no universo da manufatura enxuta, tem sido uma das mais utilizadas.

3- DESCRIÇÃO DO MÉTODO

O método de mapeamento utilizado neste trabalho é o Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV), o qual teve seus fundamentos introduzidos brevemente na revisão bibliográfica. O processo de mapeamento apresentado a seguir sintetiza as principais etapas abordadas por Rother e Shook (2003) e tem como propósito auxiliar no desenvolvimento deste trabalho.

3.1- ELEMENTOS INTEGRANTES DO MFV

A construção do mapeamento de forma geral possui diversos elementos, as estações de trabalho, por exemplo, sintetizam os dados necessários para uma boa compreensão do mapa. É comum encontrar em um típico MFV a divisão clara entre os fluxos de informação (localizados na parte superior do mapa) e os fluxos de material (parte inferior), conforme apresentado na Figura 1.

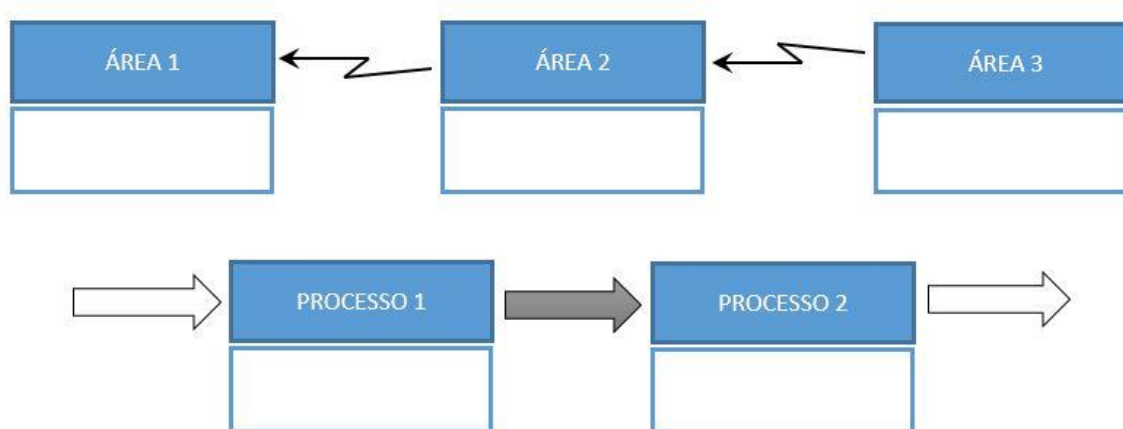



Figura 1: Fluxos e estações de trabalho.
Fonte: Arquivo Pessoal, 2020.

Existem diversos ícones padronizados que podem ser aplicados durante o mapeamento. As tabelas a seguir ilustram os principais ícones que foram utilizados durante a construção dos estados atual e futuro, lembrando que esses elementos podem ser customizados e adaptados conforme a necessidade de cada trabalho. A Tabela 1 representa os ícones de materiais, a Tabela 2 representa os ícones de informação e a Tabela 3 representa os ícones gerais.



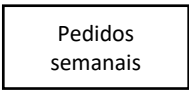
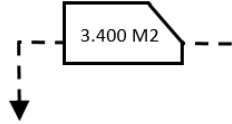


Tabela 1: Ícones de materiais

| Ícone | Representa | Descrição |
|---|--|--|
|  | Processo | Uma caixa de processo equivale a uma área por onde o fluxo passa, seja ele de material ou de informação. Todos os processos devem ser identificados. |
|  | Fontes externas | Usado para mostrar clientes, fornecedores e processos de produção externos. |
|  | Caixa de dados | Usado para registrar informações relativas a um processo de manufatura, departamento, cliente, entre outros. |
|  | Estoque | Representa o acúmulo de materiais entre os processos. |
|  | Meios de transporte | Movimentação de produtos entre a empresa, fornecedor e clientes. |
|  | Movimento de materiais da produção empurrado | Material que é produzido e movido para o processo seguinte antes do processo seguinte precisar. Normalmente este ícone é representado pela segunda forma (seta hachurada). |
|  | Movimento de materiais acabados | Movimento de materiais acabados entre o fornecedor e a empresa e entre a empresa e o cliente. |
|  | Supermercado | Estoque controlado de peças que é usado para programar a produção de um processo anterior. |
|  | Retirada | Puxada de materiais, geralmente de um supermercado. |

| | | |
|--|------|---|
|  Máx. 840 M2 | FIFO | Dispositivo para limitar a quantidade e garantir o fluxo de material (FIFO) entre os processos. |
|--|------|---|



Fonte: Adaptado de Rother e Shook, 2003.

Tabela 2: Ícones de informação.

| Ícone | Representa | Descrição |
|---|--------------------------------|---|
|  | Fluxo de informação manual | Usado por exemplo para informar programação da produção ou programação de entrega. |
|  | Fluxo de informação eletrônica | Troca eletrônica de dados. |
|  | Informação | Descreve um fluxo de informação. |
|  | <i>Kanban</i> de produção | Dispositivo que avisa um processo a quantidade que pode ser produzida e dá permissão para fazê-lo. |
|  | Nivelamento de carga | Ferramenta para interceptar lotes de <i>kanban</i> e nivelar o volume e <i>mix</i> de produção por um período de tempo. |
|  | "Vá ver" | Ajuste da programação com base na verificação dos níveis de estoque. |

Fonte: Adaptado de Rother e Shook, 2003.

Tabela 3: Ícones gerais.

| Ícone | Representa | Descrição |
|---|-------------------------|---|
|  | Necessidade de melhoria | Destaca as melhorias necessárias em processos específicos que são fundamentais para se chegar ao fluxo de valor desejado. |
|  | Operador | Representa uma pessoa vista de cima. |

Fonte: Adaptado de Rother e Shook, 2003.

3.1.1- Principais Dados Coletados

As caixas de dados têm o objetivo de fornecer as principais informações do processo. Os dados mais comuns coletados são:

- a) Tempo de ciclo (T/C): referente ao tempo necessário para se fabricar um produto dentro de uma estação de processo;
- b) Disponibilidade da máquina: é o tempo em que uma máquina está disponível para produção. Normalmente está representado em porcentagem e pode envolver desde um cálculo grosseiro (dividindo-se o tempo de máquina em operação pelo tempo total do expediente de trabalho) até um cálculo mais complexo envolvendo confiabilidade da máquina, paradas, ajustes, preparação, alimentação e quebras de equipamentos.
- c) Tempo de troca ou *setup* (TR): é o tempo de fabricação entre a última unidade de uma produção até o início da produção da próxima unidade.

Outros dados comuns que compõem as caixas de processo são o número de operadores das estações de trabalho, tipos e modelos do produto, taxa de refugo e tamanhos de embalagens. É importante que os dados sejam buscados diretamente no chão de fábrica e que eles estejam atualizados de forma a descrever a real situação do processo.

3.1.2- Linha do Tempo

Normalmente utilizado para medir a eficiência do processo, a linha do tempo é uma barra que fica na parte inferior do mapa de fluxo de valor e compara os tempos de ciclo (somatório de cada processo) com o *lead time* (somatório dos tempos de estoque). A Figura 2 ilustra o formato padrão da linha do tempo.

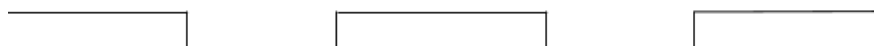


Figura 2: Linha do tempo.
Fonte: Adaptado de Rother e Shook, 2003.

Para se determinar a linha do tempo é necessário que todas as informações estejam dispostas com a grandeza de tempo. Para o cálculo dos estoques em dias, como é normalmente representado, deve-se dividir a quantidade que se tem em estoque pela demanda diária dos clientes.

A eficiência do fluxo é definida como a relação da soma dos tempos de ciclo dos processos com *lead time*.

3.2- DEFINIÇÃO DA FAMÍLIA DE PRODUTOS

Para se escolher uma família de produtos é necessário primeiro que se veja os produtos do ponto de vista do cliente, ou seja, deve-se focar nos itens mais vendidos. Também deve ser levado em consideração o processo de fabricação, optando por produtos onde os insumos passam por processos semelhantes e que possuem equipamentos em comum.

Muitos trabalhos possuem dificuldades para gerenciar o fluxo de material quando se há um grande número de produtos na empresa e por isso o propósito do mapeamento precisa estar claro. É importante investir um tempo considerável na escolha das famílias pois os mapas e as decisões serão tomados para se melhorar o fluxo de valor para uma determinada família de produtos.

É importante destacar que os critérios para a escolha da família de produtos a se trabalhar devem estar diretamente ligados ao propósito do mapeamento.

3.3- MAPA DO ESTADO ATUAL

O mapa do estado atual tem por objetivo ilustrar como uma fotografia o fluxo de valor registrando a realidade do momento. Conforme já mencionado, este trabalho deve ser realizado diretamente no chão de fábrica e deve ser a base para se trabalhar posteriormente na projeção do estado futuro.

Rother e Shook (2003) ainda sugerem que se comece caminhando pela planta, de forma a percorrer todo o fluxo de valor, compreendendo bem as etapas e a sequência dos processos. Durante a execução é importante começar a mapear a partir da expedição, ou seja, pelos processos que estão mais próximos do cliente. Além disso é importante que os tempos coletados sejam os mais próximos do real e não os considerados nas fichas técnicas de processo e que, se possível, todo o mapeamento seja realizado com papel e lápis para uma melhor flexibilidade e compreensão do fluxo.

3.3.1- Principais Elementos do Estado Atual

Os principais elementos a serem identificados na construção do mapa de fluxo de valor do estado atual são:

- a) Identificar as estações de processos no fluxo de valor, ou seja, os postos de transformação dos produtos;
- b) Identificar os desperdícios, que é um dos principais focos do STP, evidenciando as atividades que agregam valor e as que não agregam;
- c) Identificar os estoques entre os processos e calcular seus volumes em dias;
- d) Levantar os principais dados de processo;
- e) Identificar o fluxo de informação com a finalidade de se atender as necessidades dos processos;
- f) Identificar a forma como os processos são abastecidos pelos fornecedores internos (sistema puxado ou sistema empurrado);
- g) Calcular a linha do tempo e desenhar o mapa de fluxo de valor do estado atual.

3.4- MAPA DO ESTADO FUTURO

Com o mapa do estado atual estruturado, a construção do estado futuro busca trabalhar as perdas e desperdícios que aumentam o *lead time*, extinguir as atividades que não agregam valor e propor melhorias àquelas que são indispensáveis para a cadeia. Além disso, projetar um estado futuro significa construir uma cadeia de valor onde o fluxo esteja diretamente ligado ao cliente.

É importante que uma atenção especial seja dada ao *lead time*, pois reduzindo a linha do tempo, o tempo de estoque das matérias-primas é reduzido assim como o tempo entre o cliente fazer o pedido e a empresa receber o pagamento também é reduzido.

Depois de criado o estado atual, deve-se levantar um plano de ação e estruturar os projetos de melhoria apontados. É neste momento que se somam ao trabalho diversas outras ferramentas utilizadas na manufatura enxuta.

3.4.1- Principais Elementos do Estado Futuro

Os principais elementos a serem identificados na construção do mapa de fluxo de valor do estado futuro são:

- a) Produzir de acordo com o tempo *takt*: representa a necessidade do cliente de uma unidade de produto por uma unidade de tempo (geralmente em segundos). Possui como vantagem evitar a superprodução e o desperdício produzindo apenas o que é consumido, além de ser um número de referência para balancear as estações de trabalho e os operadores. Vale ressaltar que em alguns casos é muito difícil produzir de acordo com o tempo *takt*, especialmente quando se tem uma demanda que possui grandes amplitudes.
- b) Desenvolver fluxos contínuos onde for possível: fluxos contínuos representam menos desperdícios e fazem o fluxo fluir melhor. A redução dos estoques muitas vezes está ligada a redução dos lotes de fabricação, mas normalmente a melhoria mais comum está na redução do tempo de troca.
- c) Utilizar mercado ou FIFO para regular o fluxo entre os processos que não são contínuos: são técnicas utilizadas para regular e limitar o fluxo entre os processos onde não se é possível implantar um fluxo contínuo.
- d) Enviar a programação do cliente para um único processo (processo puxador – “*pacemaker*”): este é um processo bastante delicado pois se a linha não consegue trabalhar com uma boa sintonia o resultado pode se mostrar pior que o inicial. O ideal é que se tenha apenas um processo puxador, no entanto um híbrido entre sistemas “puxado” e “empurrado” muitas vezes se torna necessário.
- e) Distribuir uniformemente a produção de diferentes produtos no processo puxador e nivelar o *mix* de produção: consiste em programar diferentes produtos na produção diária de forma a nivelar os picos e vales das quantidades produzidas.

4- RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados deste trabalho consistiram na construção dos mapas do estado atual e futuro utilizando a ferramenta MFV. Estão destacados os principais elementos descritos no capítulo 3 em contexto com os dados e cenário da empresa estudada. O final deste capítulo ainda ressalta algumas melhorias sugeridas e compara os estados atual e futuro.

4.1- CONHECENDO A EMPRESA

O trabalho foi realizado em uma empresa do ramo de plásticos de performance pertencente a um grupo de origem francesa. O segmento de plásticos possui três unidades no Brasil que juntas oferecem soluções voltadas ao setor automotivo, médico-hospitalar, industrial, alimentício, têxtil, calçadista, entre outros.

O mercado escolhido para estudo foi o de tecidos recobertos com PTFE de propriedades antiaderentes com unidade localizada em Vinhedo no estado de São Paulo. Os produtos vendidos seguem basicamente duas modalidades: os de revenda, em que são comercializados itens de outras unidades do grupo e os de fabricação própria, que passam por industrialização interna e que serão tratados como foco deste estudo.

Os produtos deste negócio dispõem de soluções competitivas voltadas ao controle de fricção, controle de isolamento dielétrico, barreira de proteção e superfície antiaderente. Possui atendimento a mercados diversos como o setor aeroespacial, de processos químicos, eletrônicos, processamento de polímeros e embalagens, setor de energia e alimentício.

A empresa possui como foco no Brasil para este negócio três áreas de produtos:

- a) Impregnados: resistência ao calor, resistência química, isolamento elétrico, baixo atrito e superfície antiaderente;
- b) Laminados: livre de trincas, furos e poros, propriedades dielétricas melhoradas, facilidade de customização e propriedades mecânicas superiores;
- c) Esteiras e Correias: materiais adaptados às necessidades do cliente podendo ser feitos de diversos materiais (laminados e impregnados).

Os produtos deste mercado são divididos estrategicamente em duas classificações principais, que se ramificam em cinco famílias, dispondo de uma gama de mais de 1.000

tipos de produtos considerando a conversão em diferentes dimensões. A comercialização destes produtos se dá na forma de tecidos impregnados, lençóis, telas, bandejas, cestas, filmes, fitas, correias, esteiras, folhas e grelhas.

4.1.1- Processo Produtivo

O processo produtivo inicia-se na torre de impregnação, responsável por unir o material PTFE a fibra de vidro. O tecido é primeiramente submerso em um reservatório de dispersão onde ocorre o contato direto entre o tecido e o PTFE, na sequência ele passa por uma zona de liberação de gases seguido pela zona de sinterização.

Os principais parâmetros desse processo são:

- a) Número de passadas do tecido na dispersão de PTFE;
- b) Velocidade em que o material passa pelo equipamento;
- c) Temperatura das zonas de aquecimento.

As combinações destes parâmetros originam uma diversidade de produtos denominados lençóis e telas, basicamente. Tanto os lençóis como as telas já podem ser comercializados a partir desta etapa do processo ou seguir para a conversão em outros tipos de produtos.

Na etapa de corte os produtos são transformados em tocos, fitas, folhas, grelhas, entre outros, e na área de esteiras e área de correias são originados respectivamente as esteiras e correias.

Existem ainda uma parcela de produtos que são adesivados em que é necessário que haja previamente o processo de ataque em uma das faces do tecido impregnado, de forma a aderir o adesivo ao produto na adesivadora. O ataque ocorre na torre enquanto a adesivação acontece na adesivadora.

Outra modalidade são os materiais laminados em que o tecido passa por um processo de calandragem, ou conformação. Esse produto tem início na calandra e finaliza o processo na torre com o processo de sinterização.

Uma representação simplificada do processo pode ser visualizada na Figura 3.

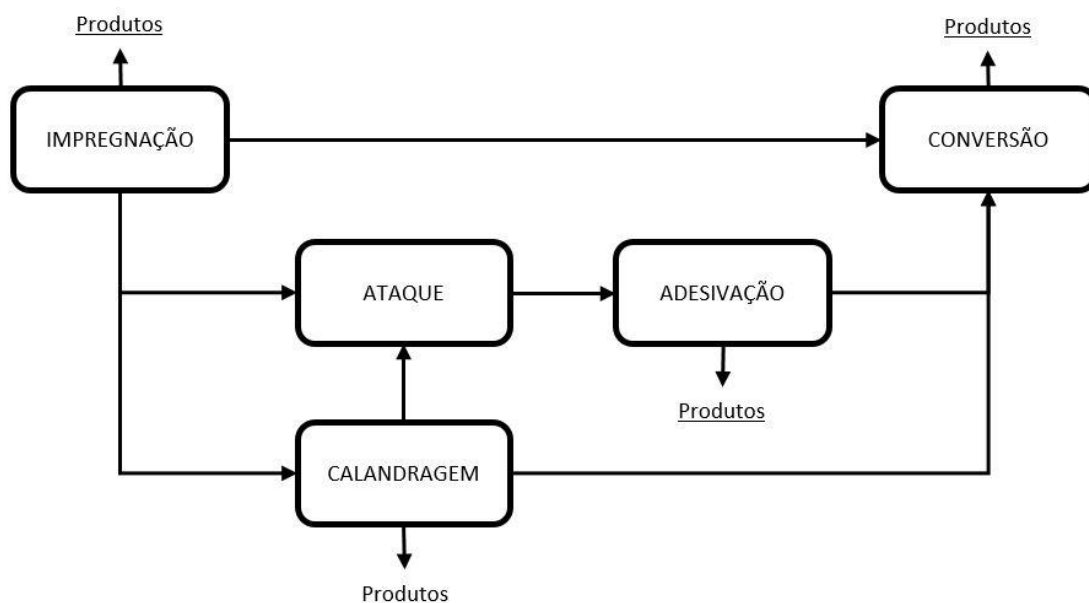


Figura 3: Fluxograma simplificado do processo de produção.
Fonte: Arquivo Pessoal, 2020.

4.1.2- Área de *Supply Chain*

A área de *Supply Chain* na empresa é uma área nova e que ainda está em fase de construção. Seu atendimento se estende as três unidades do negócio sendo a base de trabalho a cidade de Vinhedo. O foco da área está dividido em três pilares principais: controle e gestão de inventário, acuracidade das demandas e nível de serviço.

As três unidades possuem perfis e mercados bastante diversos sendo um desafio para a área de *Supply Chain* a busca de uma sinergia das cadeias de suprimentos.

As rotinas de trabalho da área estão voltadas ao levantamento e tratamento de dados, fazendo a gestão dos indicadores e buscando melhorias em toda a cadeia, ou seja, do fornecedor ao consumidor final.

4.2- ESCOLHENDO A FAMÍLIA DE PRODUTOS

Como parte do MFV, a escolha da família de produtos é uma das principais etapas antes de se começar o mapeamento. Conforme apontado no início deste capítulo, o mercado escolhido apresenta cinco famílias principais:

- a) BLTG: esteiras e correias feitas a partir de material impregnado ou material laminado;

- b) FBCS: lençóis ou telas que são feitos a partir de material impregnado ou material laminado e que também são convertidos em outros tipos de produtos;
- c) ADSV: são os mesmos produtos da família FBCS com adição de adesivo;
- d) CFLMS e LFBCS: filmes e fitas de marcas específicas.

Um panorama geral da representatividade das famílias pode ser verificado na Figura 4, onde foram coletados os dados de faturamento em valor líquido (reais) e em quantidade (metros quadrados) do período de janeiro de 2020 a setembro de 2020.

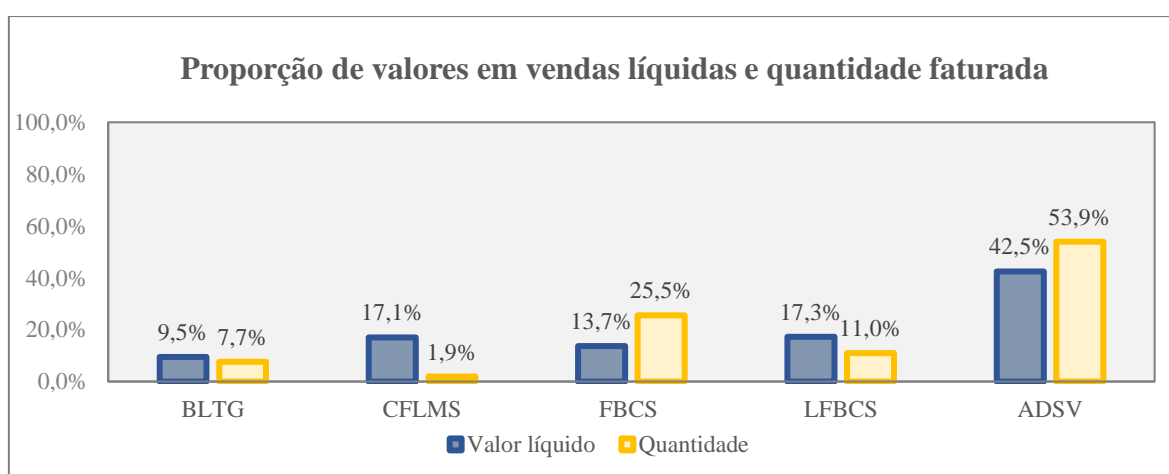


Figura 4: Comparação do volume de vendas por família de produtos.
Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

Por meio do gráfico da Figura 4, é possível observar que a família ADSV é a mais representativa em faturamento (42,5 %), seguida da LFBCS (17,3%), CFLMS (17,1%), FBCS (13,7%) e BLTG (9,5%).

A comparação utilizando valor líquido de faturamento traz uma ótima visão de quais famílias são as mais representativas no quesito dinheiro, logo, quando se objetiva a obtenção de maiores ganhos financeiros as famílias mais representativas devem ser priorizadas. Aqui neste trabalho a visão financeira é muito importante para as análises, no entanto, como também se objetiva atender a demanda do mercado, as quantidades do ponto de vista da produção precisam ser analisadas e tratadas com a mesma prioridade.

Desta forma, materiais que são comercializados como revenda, ou seja, que são adquiridos por meio de importação e comercializados no Brasil, serão neste momento excluídos das análises. A Figura 5 ilustra a representatividade das famílias em faturamento para os produtos acabados, com os dados coletados do período entre janeiro de 2020 e setembro de 2020.

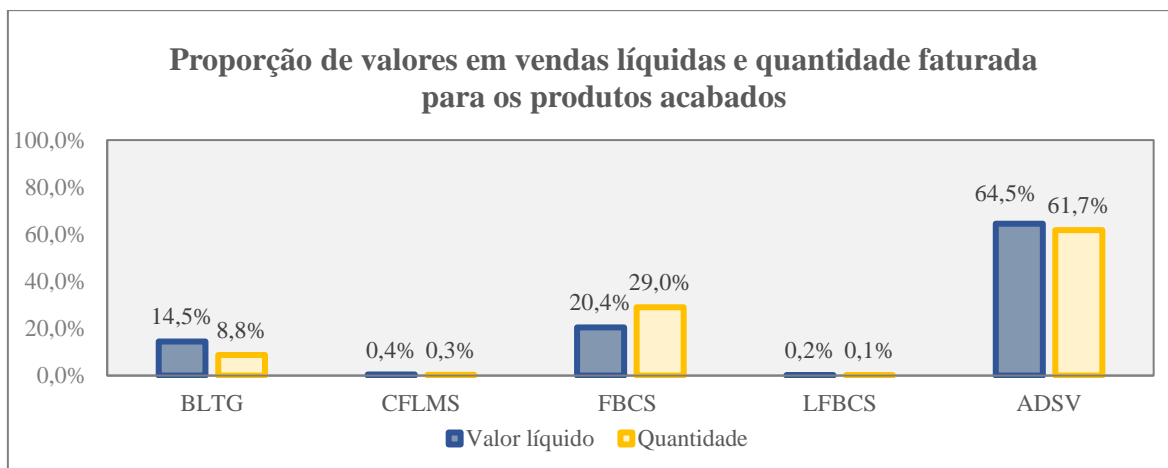


Figura 5: Comparação do volume de vendas por família de produtos acabados.
Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

É possível observar nos dados da Figura 5, que quando filtrado apenas os produtos acabados, levando em conta a variável quantidade, a família ADSV ainda segue como principal família com 61,7% dos metros quadrados faturados e é seguida das famílias FBCS (29,0%), BLTG (8,8%), CFLMS (0,3%) e LFBCS (0,1%).

Neste momento já é possível descartar as famílias CFLMS e LFBCS das análises já que estas famílias possuem pouca representatividade na produção. Como é possível observar na Figura 6, as famílias CFLMS e LFBCS são em sua maioria itens de revenda.

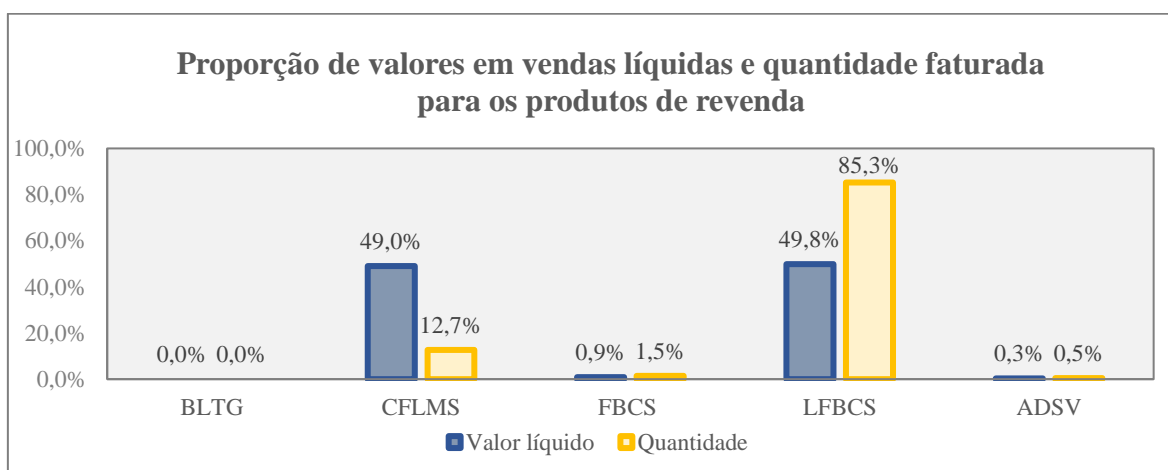


Figura 6: Comparação do volume de vendas por família de produtos de revenda.
Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

Convergindo mais os dados, a Tabela 4 apresenta a relação das famílias com os principais processos produtivos.

Tabela 4: Matriz de operações versus produtos.

| | | PRODUTOS | | | |
|-----------|---|-------------|------|------|---|
| | | BLTG | FBCS | ADSV | |
| PROCESSOS | 1 | Impregnação | X | X | X |
| | 2 | Conversão | X | X | X |
| | 3 | Calandragem | X | X | X |
| | 4 | Adesivação | | | X |

Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

A Tabela 4 mostra que a única diferença entre a família ADSV e as outras duas famílias, do ponto de vista de processos, é que a família ADSV dispõe de um processo produtivo a mais, o de adesivação. Por este motivo a família ADSV se mostra como uma boa candidata ao mapeamento, mas é fácil observar também que as famílias BLTG e FBCS participam dos mesmos processos produtivos que a ADSV, exceto a adesivação.

O processo de impregnação e calandragem são os mesmos para as três famílias, com a diferença de que para a família BLTG a impregnação ocorre tanto para os lençóis impregnados (destinados a fabricação de correias) quanto para as telas impregnadas (destinadas a fabricação de esteiras). Na etapa de conversão, a família BLTG possui um processo diferente das famílias ADSV e FBCS, a conversão de esteiras ocorre na área de esteiras e a conversão de correias ocorre na área de correias, cujos processos são em grande parte manuais e customizados por cliente.

As famílias compartilham entre si a maioria dos insumos para produção e a família ADSV nada mais é do que a família FBCS com adesivo. Portanto, para percorrer o caminho mais longo da produção, serão abordados os produtos da família ADSV da classe dos laminados. Automaticamente, ao percorrer o caminho da produção, poderão facilmente ser identificados os produtos da família FBCS.

4.3- CONSTRUINDO O MAPA DO ESTADO ATUAL

A construção do mapa do estado atual parte da coleta dos principais dados e elementos apresentados no capítulo 3 e finaliza com a representação do mapa do estado atual.

4.3.1- Demanda de Vendas

Para facilitar as análises, todas as unidades de medida de vendas foram convertidas em metros quadrados. A Tabela 5 apresenta o perfil de vendas dos materiais separados por família e por tipo de material das principais famílias, sendo o período de coleta de dados compreendido entre janeiro de 2020 e setembro de 2020.

Tabela 5: Demanda média mensal de produtos por família.

| Famílias | Revenda (m²) | Fabricação (m²) |
|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| BLTG | 0 | 721 |
| FBCS | 18 | 2.377 |
| ADSV | 6 | 5.055 |

Fonte: Arquivo Pessoal, 2020.

4.3.2- Identificando os Estoques e seus Volumes

Os estoques em dias foram calculados utilizando a quantidade disponível dividida pelo consumo médio diário dos materiais. O consumo médio traz a relação de consumo dos últimos doze meses, sendo os dados deste indicador compreendidos entre outubro de 2019 e setembro de 2020.

O consumo médio foi escolhido como métrica por possuir as seguintes características:

- a) Facilidade de obtenção desse tipo de dado via sistema;
- b) Dificuldade de conversão de unidades dos materiais intermediários;
- c) Grande número de ramificações do processo, onde os produtos de uma determinada etapa podem originar tanto um material intermediário como um produto final;
- d) Compartilhamento de matérias-primas entre as famílias.

Como a confecção do mapa do estado atual busca trazer uma fotografia dos processos no momento em que são coletados os dados, foi escolhido o dia 30/09/2020 como data corte para a coleta das quantidades de estoque disponíveis. Uma data de fechamento foi escolhida de forma a verificar se os volumes de estoque acabado estão próximos de zero, já que para

esse mercado usa-se como estratégia de produção o conceito *make-to-order* que designa a fabricação a partir de um pedido de venda.

Para se representar melhor a atualidade dos estoques, foram filtrados no dia da coleta apenas os materiais que tiveram movimentação do período compreendido entre janeiro de 2020 e setembro de 2020.

Devido ao grande número de materiais, foram agrupados os tipos semelhantes e tirado a média aritmética entre eles. Foram excluídos da conta os materiais vencidos, com defeito, ou qualquer outro tipo de condição que impeça o seu consumo. Não participaram do cálculo também os materiais provisionados, ou seja, materiais com pouco ou nenhum consumo.

Vale ressaltar que os tipos de materiais são classificados em:

- a) Matéria-prima: materiais obtidos diretamente dos fornecedores sem nenhum tipo de industrialização interna;
- b) Embalagem: recipiente ou envoltura, obtido diretamente dos fornecedores, que acompanha o produto acabado na venda;
- c) Produto semi-acabado: material intermediário com processo de industrialização;
- d) Produto acabado: material industrializado pronto para venda;
- e) Produtos comercializáveis: material de revenda sem industrialização interna.

O estoque de matéria-prima, em especial por conter itens de importação, é planejado baseado na demanda e no tempo de reposição. Por este motivo foi adotado uma gestão semelhante ao supermercado da metodologia MFV com um lead time pré-fixado de 112 dias, que soma o tempo necessário de chegada das matérias-primas na planta a partir dos processos de apoio e prazo de entrega do fornecedor. O mesmo princípio é adotado também para os produtos comercializáveis.

Para este mercado, o consumo de embalagem possui uma gestão diferente dos outros tipos de materiais sendo apontado as quantidades diretamente do centro de custo, logo, pela dificuldade de visualização, não será abordado neste trabalho.

A Tabela 6 ilustra o levantamento dos estoques em dias para as famílias FBCS e ADSV.

Tabela 6: Valores de estoque em dias.

| Processo | Estoque |
|------------------------------|-----------------|
| Armazenagem de matéria prima | 112 dias |
| Impregnação | 46 dias |
| Laminação + sinterização | 71 dias |
| Ataque | 18 dias |
| Adesivação | 23 dias |
| Conversão | 59 dias |
| Produto acabado | 12 dias |
| Total | 341 dias |

Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

Com o *lead time* de cada processo é possível chegar a uma boa estimativa do *lead time* total da produção. Por meio dos múltiplos fluxos anteriores, desenhando o tempo do caminho mais longo, chegou-se no número de 341 dias para o *lead time* da família ADSV.

4.3.3- Tempos de Processamento

O tempo de processamento foi calculado por meio do chamado tempo de ciclo (T/C), ou “*cycle time*”. Basicamente é o tempo que leva entre um componente e o próximo saírem de um mesmo processo.

Foram coletados os dados de quantidade (em metros quadrados) e tempo de produção (em segundos) dos processos produtivos compreendidos entre janeiro de 2020 e setembro de 2020. A Tabela 7 apresenta os tempos de ciclo da família ADSV.

Tabela 7: Tempos de processamento.

| Processo | T/C impregnado | T/C laminado |
|--------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Impregnação | 52,8 s | 52,8 s |
| Laminação + sinterização | 0,0 s | 38,3 s |
| Ataque | 13,3 s | 0,0 s |
| Adesivação | 41,4 s | 41,4 s |
| Conversão | 86,8 s | 86,8 s |
| Total | 194,3 s | 219,3 s |

Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

Os materiais impregnados e laminados foram divididos nesta seção pois, por meio de um projeto de otimização recente, a etapa de ataque e de sinterização dos materiais laminados passaram a ocorrer ao mesmo tempo. Portanto, o material impregnado não tem somado no seu tempo de ciclo o processo de laminação e sinterização, assim como os materiais laminados, que serão adesivados, o tempo de ataque fica suprimido pelo tempo de sinterização.

É importante ressaltar que o tempo de ciclo possui variações de acordo com o tipo de material, pois cada material possui configurações específicas dos parâmetros de processo. Em especial na etapa de impregnação, se destaca a quantidade de passadas do material. No período da coleta dos dados o número de passadas por material variaram de 1 a 9 passadas, o que eleva bastante o tempo de processamento. Logo os valores apresentados ilustram uma estimativa média do que ocorre em cada processo.

4.3.4- Mapa do Estado Atual

O mapa do fluxo de valor do estado atual foi construído a partir das informações anteriores e com o apoio de diversas áreas da empresa por meio de entrevistas, objetivando se contextualizar o máximo possível do estado atual.

A Figura 7 ilustra o mapa do fluxo de valor do estado atual e na sequência, na Figura 8, o mapa do estado atual se encontra dividido em 4 *loops* principais: Fornecedor, Produção, Cliente e Processos de apoio, que objetiva explicitar melhor o trabalho realizado.

Os ícones em verde, enumerados de 1 a 5, representam pontos de atenção do processo atual e serão abordados como melhorias após a construção do estado futuro.

4.3.4.1- Loop Cliente

O *loop* cliente inclui o fluxo de material e de informação entre a empresa e o cliente. Aqui é representado a primeira porção do fluxo de informação onde o cliente faz pedidos diários por meios eletrônicos como e-mail, telefone e mensagens instantâneas (*whatsapp*).

Para este mercado a grande maioria dos clientes não trabalham com previsão de demanda o que impacta bastante no planejamento da cadeia de suprimentos. Recentemente a equipe de vendas começou a trabalhar com uma previsão de demanda (Figura 9), mas devido a diversidade de produtos e flexibilidade de venda durante o fluxo de produção, o projetado ainda difere muito do que de fato faturou.

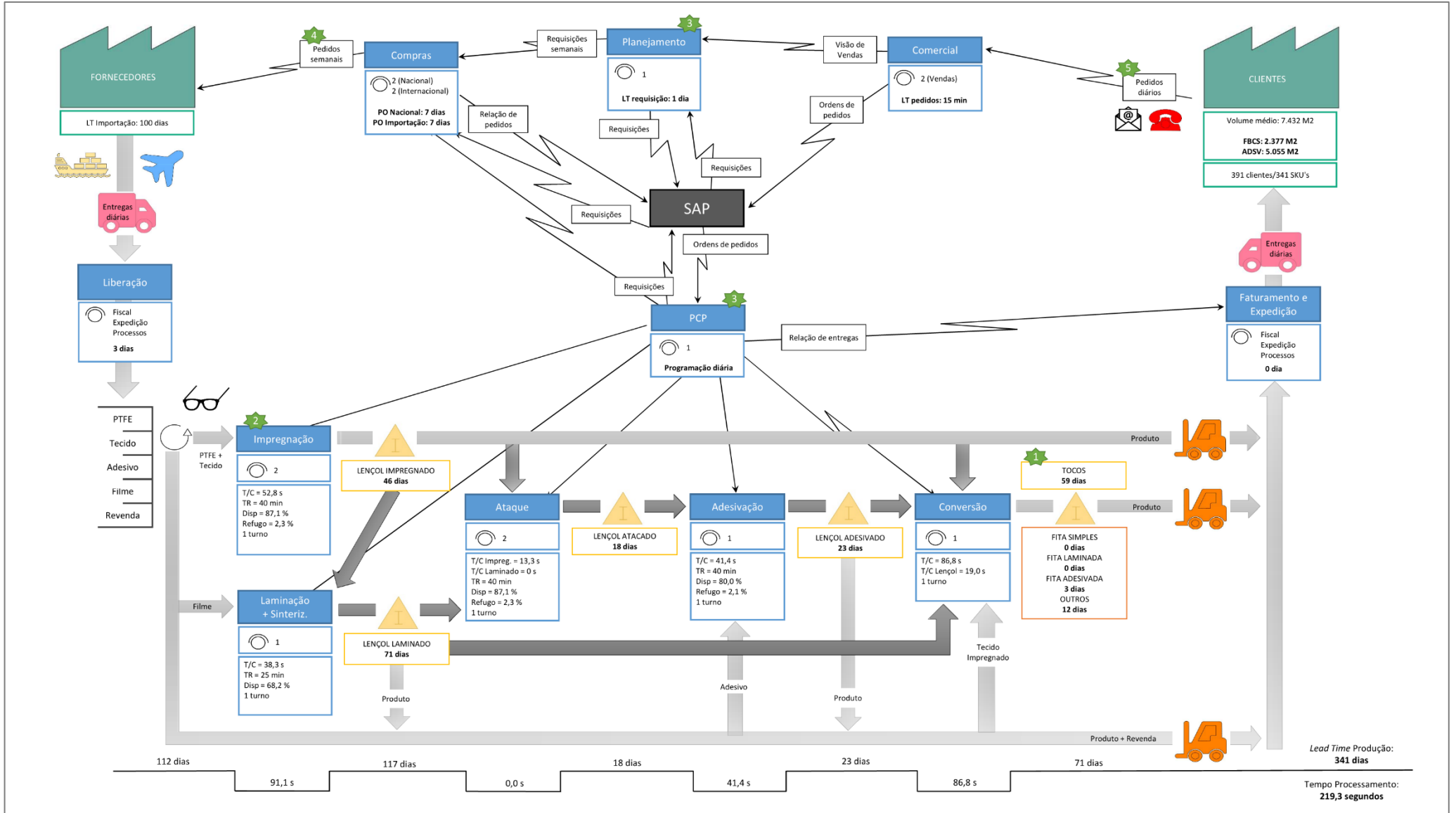


Figura 7: Mapa do fluxo de valor do estado atual.
 Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

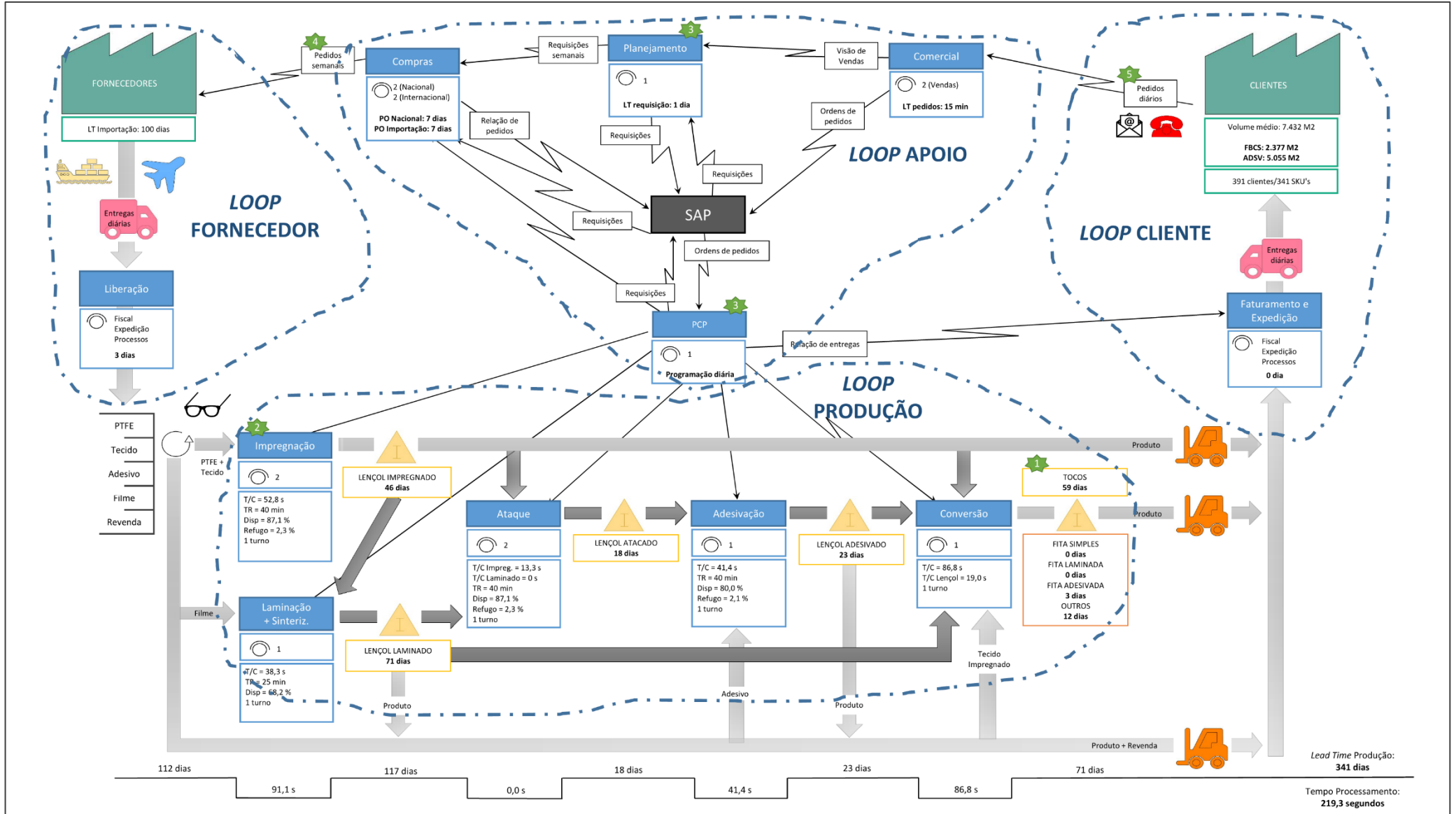


Figura 8: Mapa do fluxo de valor do estado atual dividido em loops. Arquivo pessoal, 2020.

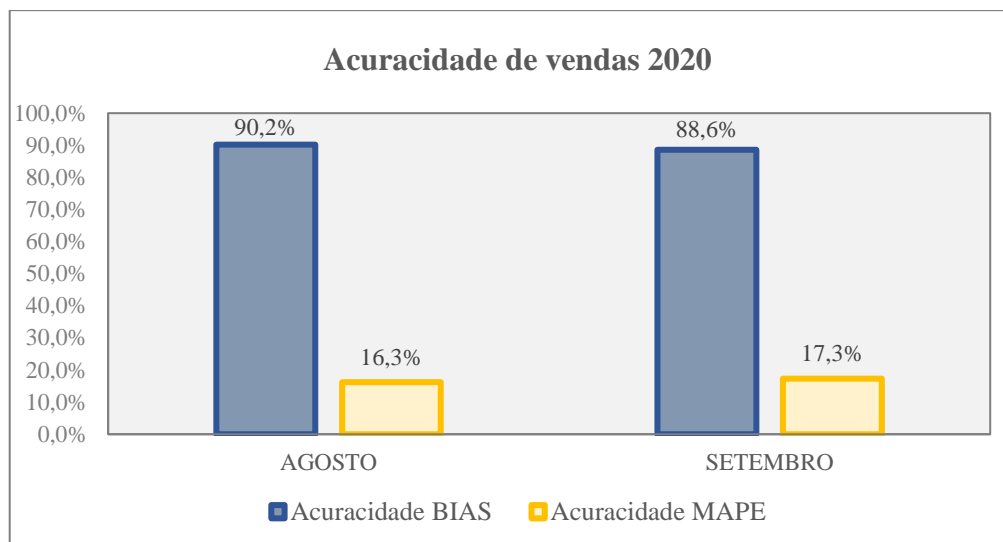


Figura 9: Acuracidade de vendas.
Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

A acuracidade BIAS (Desvio Percentual da Previsão) representa a comparação entre o volume total previsto e o praticado (que de fato vendeu) enquanto a acuracidade MAPE (Erro Absoluto Médio Percentual) diz quanto, em média, se está errando no nível de agregação de cálculo (erro entre a previsão e a venda item a item).

É possível observar com os dados da Figura 9 que a equipe de vendas sabe o quanto irá vender de volume (BIAS) porém não tem conhecimento de quais itens, ou em que quantidade, irá vender (MAPE). Esse tipo de dificuldade na previsão faz com que o planejamento tenha dificuldades de trabalhar de forma eficiente.

O lead time praticado hoje pela equipe de vendas durante negociação com o cliente é de acordo com o que segue:

- a) Fitas com e sem adesivo: 3 a 5 dias úteis;
- b) Lençol com e sem adesivo: 1 a 3 dias úteis;
- c) Correias: 5 a 7 dias úteis;
- d) Esteiras: 10 a 15 dias úteis.

Pela expedição os produtos saem para entrega no cliente tendo faturamento no mesmo dia em que o produto é finalizado na produção. As entregas são realizadas por meio de transportadoras assim como há também a possibilidade de retirada dos produtos pelo cliente.

4.3.4.2- Loop Produção

a) Torre

Na torre acontece o início do processo de fabricação e neste equipamento ocorrem as etapas de impregnação, sinterização e ataque. O tipo de produção é caracterizado como *make-to-stock* (produção antecipada) e o fluxo de produção é empurrado pelo PCP (Planejamento e Controle de Produção) que envia as ordens de produção para a fábrica por meio de fichas de papel.

A Tabela 8 fornece a capacidade do *loop* produção onde verifica-se nos processos da torre que o gargalo do processo é a impregnação.

Conforme comentado anteriormente, os materiais podem passar mais de uma vez pelo processo para atingir a espessura correta, desta forma o setup dentro da produção de um mesmo item é realizado a cada passagem e conseqüentemente chegam a valores muito significativos.

b) Calandra

A calandra é responsável pelo processo de calandragem dos materiais laminados e é caracterizada como *make-to-order* e, assim como os processos da torre, tem o fluxo de produção empurrado pelo PCP que envia as ordens de produção para a fábrica por meio de fichas de papel.

A capacidade da calandra também pode ser verificada na Tabela 8, lembrando que parte do processo, a sinterização, acontece posteriormente na torre. Observa-se do processo de calandragem que o tempo de setup também é alto o que implica na menor disponibilidade dentre os equipamentos listados.

c) Adesivadora

Para a adesivadora são destinados apenas os materiais adesivados e que obrigatoriamente após a impregnação sofreram o processo de ataque. A adesivadora, assim como a torre, trabalha como *make-to-stock* e o fluxo de produção é empurrado pelo PCP que envia as ordens de produção para a fábrica por meio de fichas de papel.

d) Conversão

Na etapa de conversão, ou corte, os materiais são cortados em tocos e fitas e esse é o processo com maior tempo de ciclo como é possível observar na Tabela 8. O tipo de

produção é caracterizado como *make-to-order* e o fluxo de produção é o único que possui as ordens de produção empurradas pelo PCP por meio eletrônico.

No mapa atual do fluxo de valor é possível verificar um estoque intermediário de tocos que não foram convertidos totalmente em fitas.

Tabela 8: Capacidade produtiva no *loop* produção.

| Processo | Núm. Operadores | Tempo de ciclo | Tempo de troca | Disp. (%) | Refugo (%) | Perf. (%) | Turnos |
|--------------|-----------------|----------------|----------------|-----------|------------|-----------|--------|
| Impregnação | 2 | 52,8 s | 40 min | 87,1% | 2,3% | 95,0% | 1 |
| Sinterização | 2 | 29,6 s | 40 min | 87,1% | 2,3% | 95,0% | 1 |
| Ataque | 2 | 13,3 s | 40 min | 87,1% | 2,3% | 95,0% | 1 |
| Calandragem | 1 | 8,7 s | 25 min | 68,2% | - | - | 1 |
| Adesivação | 1 | 41,4 s | 40 min | 80,0% | 2,1% | 100,1% | 1 |
| Corte | 1 | 86,8 s | - | 100,0% | - | - | 1 |

Fonte: Arquivo pessoal.

4.3.4.3- *Loop* Fornecedor

O *loop* fornecedor se inicia a partir da confirmação da planta dos pedidos enviados pelas áreas de Comércio Exterior e Compras. São adquiridos materiais nacionais e importados de diversos países.

Para a construção do lead time do fornecedor foram coletados os tempos médios praticados para importações com a opção de modal marítimo e considerando os países mais distantes de forma a retratar o caminho mais longo. A Tabela 9 representa esta relação:

Tabela 9: *Lead time* de importação.

| Processo | Estoque |
|-------------------|-----------------|
| Produção | 32 dias |
| Consolidação | 17 dias |
| Tempo de trânsito | 36 dias |
| Desembaraço | 15 dias |
| Total | 100 dias |

Fonte: Arquivo pessoal.

Soma-se no tempo de fornecimento 3 dias de liberação interna para faturamento, verificações de carga e apontamento no sistema.

4.3.4.4- *Loop* Processos de Apoio

a) Suprimentos

A base para a gestão de suprimentos é a previsão de vendas com o objetivo de se fazer as solicitações de materiais aos fornecedores. Como há dificuldades na previsão do mercado, a média histórica de consumo é o principal parâmetro para a gestão do estoque de matéria-prima.

Para os fornecedores nacionais as requisições são realizadas pelo PCP via sistema SAP e com uma planilha de controle compartilhada com a equipe de compras. As compras são realizadas utilizando como base o consumo histórico tendo como ponto de partida a média de consumo dos últimos 3 meses.

No geral, para as compras nacionais os fornecedores possuem um *lead time* de 1 a 2 dias úteis para fornecimento, enquanto as matérias-primas importadas, conforme apresentado no tópico anterior, possui um *lead time* de aproximadamente 100 dias.

As compras internacionais, devido aos altos *lead times*, precisam de uma atenção maior do planejamento que também faz esse controle utilizando a média histórica e as visões de vendas. Tanto as compras nacionais como as importadas a empresa não envia previsões de consumo exceto para alguns fornecedores específicos que vez ou outra solicita.

As entregas de matérias-primas no geral são diárias pois os componentes chegam de diversas localidades o que muitas vezes dificulta a consolidação de carga no caso da importação, além também de que o fornecimento nacional possui maior flexibilidade de entrega o que reduz o estoque local.

O abastecimento de matéria-prima importada é feito tanto via modal aéreo quanto marítimo sendo o marítimo mais demorado, porém mais barato que o aéreo. O fornecimento nacional é feito via terrestre.

b) Planejamento e controle da produção

O PCP faz o planejamento da produção diariamente e envia as ordens de produção para todos os equipamentos. Esse trabalho acontece logo no início da manhã de cada dia e se baseia nos pedidos em carteira. Nesse momento também são revisadas as datas de entrega

onde o PCP, se necessário, faz os ajustes dos pedidos e a equipe de vendas negocia com o cliente as novas datas.

O PCP também é responsável por sincronizar as ordens nas linhas e fazer o controle do que se planejou com o que se produziu.

c) Compras

A área de compras, incluindo a de comércio exterior, são o contato que a empresa tem com seus fornecedores. As requisições feitas pelo planejamento são transformadas em pedidos e negociadas com as plantas.

No geral as duas equipes recolhem as requisições semanalmente no sistema, criam os pedidos de compra e os pedidos partem para as aprovações que variam de acordo com o seu valor. Muitas vezes o gargalo do processo se encontra na etapa de aprovação.

d) Comercial

A equipe comercial é a responsável pelo contato entre a empresa e o consumidor. Faz parte da rotina as gestões de carteira dos clientes, o envio de cotações, negociações envolvendo preços e fretes e, principalmente, a conversão de pedidos.

Os pedidos são registrados no SAP e no geral o processo tem a duração de aproximadamente 15 minutos. De acordo com a equipe de vendas um dos maiores gargalos do processo são as cotações e os *follow ups* com os clientes para dúvidas sobre os pedidos.

4.4- CONSTRUINDO O MAPA DO ESTADO FUTURO

A construção do mapa do estado futuro parte da coleta dos principais dados e elementos apresentados no capítulo 3 e finaliza com a representação do mapa do estado futuro.

4.4.1- Produzindo de Acordo com o Tempo *Takt*

Finalizada a construção do mapa do estado atual, o primeiro passo para se começar a construir o mapa do estado futuro é encontrando o tempo *takt*.

Para produzir para uma demanda de 7.432 m² por mês, com 1 turno, durante 21 dias e com 28.800 segundos disponíveis para produção por turno, tem-se um tempo *takt* de 81,38 segundos. A fórmula para o cálculo do tempo *takt* pode ser verificada a seguir:

$$takt = \left(\frac{7.432 \text{ m}^2}{21 \text{ dias}} \times \frac{1}{1 \text{ turno}} \right)^{-1} \times 28.800 \text{ seg.} = 81,38 \text{ seg}$$

O tempo *takt* significa que o cliente deseja 1 m² de material FBCS ou ADSV a cada 81,38 segundos. Este número não inclui o tempo de parada dos equipamentos, mudanças de produtos na linha ou para produção de refugos.

4.4.2- Criando Fluxo Contínuo

A criação de um fluxo contínuo permite que os processos tratados como ilhas isoladas, na maioria das vezes com presença de estoque intermediário, possam ter um fluxo contínuo.

O gráfico da Figura 10, conhecido como “gráfico de balanceamento do operador” (*operator balance chart*), resume os tempos atuais totais dos ciclos para cada processo considerando o caminho mais longo, ou seja, as fitas laminadas adesivadas. O ciclo de produção do mercado estudado é demorado e com elevados tempos de troca, o que torna bastante difícil reduzir o ciclo para aproximá-lo do *takt*.

Da Figura 10 é possível visualizar que a conversão está 5,4 segundos acima do tempo *takt* enquanto o processo de laminação e sinterização (incluindo o ataque) está 43,1 segundos abaixo desse tempo.

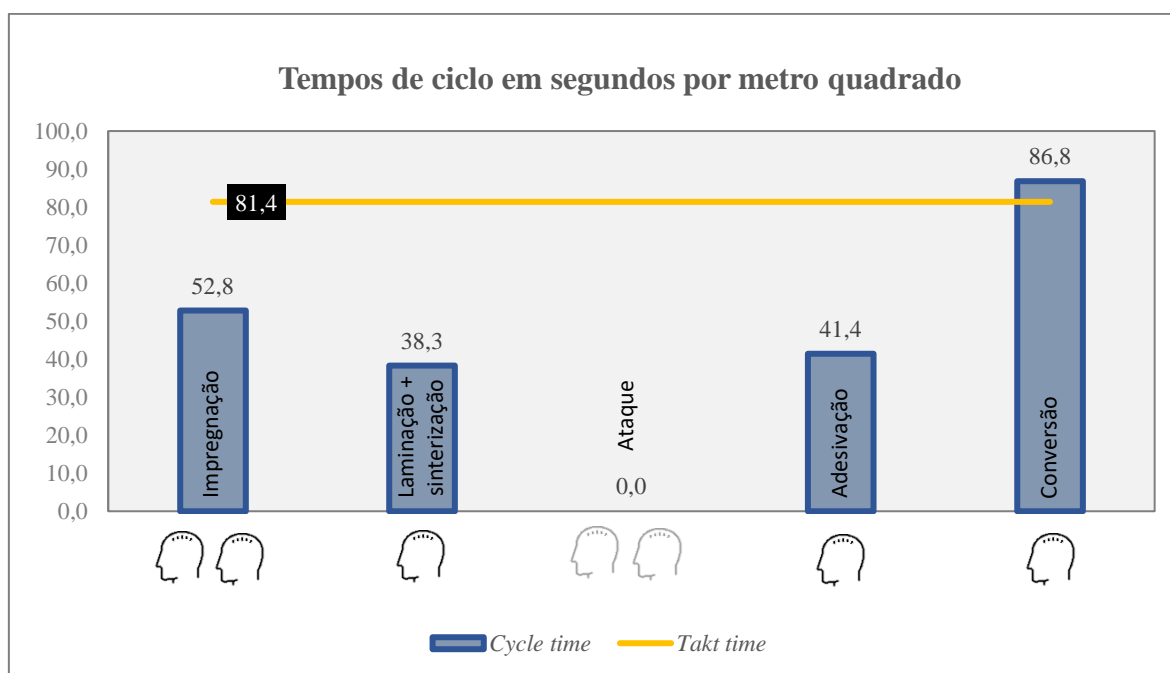


Figura 10: Tempos de ciclo atuais.
Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

Dividindo o conteúdo total de trabalho pelo tempo *takt* (219,3 segundos dividido por 81,4) revela 2,69 operadores necessários se o fluxo fosse contínuo. 5 operadores seriam subutilizados. Neste momento é indicado a realização de um projeto de melhoria para se fazer um tempo de ciclo abaixo do tempo *takt*.

Aqui vale ressaltar o recente projeto de melhoria que uniu as etapas de sinterização dos materiais laminados e o processo de ataque ao mesmo tempo na torre. Esse é um ótimo exemplo de fluxo contínuo onde o material laminado economiza o tempo de ataque podendo ir direto para a adesivadora.

Outro fluxo contínuo, que no mapa do estado atual já se encontra consolidado no processo de conversão, são as etapas de corte que converte o lençol para toco e o toco para fitas. Esse processo é um grande problema por conta da geração de altos estoques de tocos como semi-acabado. Desta forma, assumindo que todos os lençóis devem ser convertidos diretamente em fitas, zera-se o estoque de intermediários na conversão.

Antes de qualquer trabalho é importante que alguns contextos de produção minimamente sejam levados em conta. Conforme iniciado neste estudo, há na linha de produção uma família bastante representativa em termos de produção, a família BLTG, que divide não só as matérias-primas com as famílias FBCS e ADSV mas também o processo produtivo.

Para uma melhor visualização da atual utilização dos equipamentos, a seguir estão representadas as capacidades da torre (Tabela 10), calandra (Tabela 11), adesivadora (Tabela 12) e conversão (Tabela 13) considerando as três famílias.

Tabela 10: Capacidade e distribuição dos produtos na torre.

| PROCESSO | T/C + TR (s/M2) | Demanda mensal (M2) | Tempo necessário (s) |
|---------------------------------|----------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Impregnação (FBCS) | 60,6 | 2.377 | 144.042 |
| Impregnação (ADSV) | 60,6 | 5.055 | 306.377 |
| Impregnação correias (BLTG) | 60,6 | 342 | 20.719 |
| Impregnação esteiras (BLTG) | 112,0 | 379 | 42.510 |
| Sinterização (FBCS, ADSV, BLTG) | 34,0 | 1.609 | 54.715 |
| Ataque impregnado (ADSV) | 15,3 | 3.871 | 59.147 |
| Ataque laminado (ADSV) | 0,0 | 1.184 | 0,0 |
| Total | 343,1 | 14.817 | 627.510 |

Como há apenas 604.800 segundos disponíveis (28.800s/dia x 21 dias), faltam na torre para cumprir a demanda média aproximadamente 22.709,60 segundos (6,31 horas).

Tabela 11: Capacidade e distribuição dos produtos na calandra.

| PROCESSO | T/C + TR (s/M2) | Demanda mensal (M2) | Tempo necessário (s) |
|-----------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| FBCS | 12,7 | 203 | 2.585 |
| ADSV | 12,7 | 1.184 | 15.040 |
| BLTG | 12,7 | 222 | 2.816 |
| Total | 38,1 | 1.609 | 20.442 |

Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

Fazendo o mesmo para a calandra (604.800s – 20.442s) sobram aproximadamente 584.358,27 segundos (162,32 horas).

Tabela 12: Capacidade e distribuição dos produtos na adesivadora.

| PROCESSO | T/C + TR (s/M2) | Demanda mensal (M2) | Tempo necessário (s) |
|-----------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| ADSV | 51,8 | 5.055 | 261.810 |

Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

Para a adesivadora sobram 342.990,38 segundos (604.800s – 261.810s) o que equivale a 95,28 horas disponíveis.

Tabela 13: Capacidade e distribuição dos produtos na área de corte.

| PROCESSO | T/C (s/M2) | Demanda mensal (M2) | Tempo necessário (s) |
|-----------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------------|
| FITA | 86,8 | 3.322 | 288.306 |
| LENCOL | 19,0 | 3.426 | 65.024 |
| OUTROS | 30,9 | 684 | 21.150 |
| Total | 136,7 | 7.432 | 374.479 |

Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

Na área de corte, ou conversão, sobram 230.320,66 segundos (604.800s – 374.479s) que equivalem a 63,98 horas.

Diante do cenário de capacidade apresentado sugere-se fazer uma realocação de mão-de-obra entre os operadores estendendo o turno da torre de forma a aumentar a sua disponibilidade.

É fácil observar que na calandra há uma sobra grande de horas, mas não se pode esquecer da etapa de sinterização seguinte que é obrigatória para o processo e esta etapa acontece na torre (gargalo). Somando os tempos necessários para a laminação completa do material tem-se 75.157 segundos (54.715s + 20.442s) de tempo necessário. Uma opção seria mesclar as produções entre laminado e impregnado utilizando dados de demanda e a ocupação da torre como referência.

Não estão mapeados neste trabalho as áreas de conversão de esteiras e conversão de correias, que são áreas bastante manuais do ponto de vista de operação, mas vale como sugestão que a mão de obra excedente também possa ser trabalhada nestas áreas.

Para se ter minimamente um fluxo contínuo da produção foi inserido dois supermercados, um na etapa de impregnação e outro na adesivadora. Os volumes de 14 dias para os dois processos foram sugeridos levando em consideração a parcela média de produtos finais que saem daquele processo direto para venda.

Na etapa de impregnação uma média de 3.400 m² são comercializados em lençóis enquanto o restante segue para conversão em outros produtos. Isto dá o mínimo de flexibilidade para atender as mudanças de demanda. O mesmo vale para os 2.260 m² que a adesivadora dispõe na forma de lençol adesivado e que saem direto para venda.

Como a laminação dispense boa parte do seu tempo de ciclo na torre, sugeriu-se um estoque de 10 dias utilizando a metodologia FIFO (“*first in, first out*”, primeiro a entrar, primeiro a sair) que funcionará como uma canaleta capaz de armazenar somente uma quantidade limitada de estoque (540 m²). Se a linha FIFO encher, o processo fornecedor (torre) deve parar de produzir até o cliente (adesivadora, conversão, expedição) ter esgotado parte do estoque.

Uma linha FIFO também foi sugerida na etapa de ataque. Aqui o ideal seria que todo material atacado fosse diretamente adesivado já que o mesmo não é comercializado como produto nesta etapa, porém devido a alta demanda na torre e possíveis gargalos a frente no processo, um estoque de 5 dias (840 m²) foi sugerido.

Vale ressaltar que a sugestão de estoques em supermercado e FIFO são propostas de partida e que, para uma maior segurança, os valores precisam ser estudados em projetos paralelos e testados posteriormente na linha de produção.

4.4.3- Identificando o Processo Puxador

Como todos os processos posteriores ao processo puxador precisam estar em fluxo, o mais indicado seria a programação partir da torre. No entanto a conversão também deve ser controlada já que seria difícil fazer a distinção do que cortar ou não. Um ponto de atenção está na saída de produtos para a venda onde sua reposição deve ser ágil o suficiente para não atrapalhar os processos seguintes. Como foi utilizado FIFO's e supermercados com reposição automática, enviando a informação para a torre e para a conversão, o material deve fluir para todo o resto.

4.4.4- Distribuição dos Produtos e *Mix* de Produção

A distribuição de produtos uniformemente na linha de produção é uma questão delicada e exige maturidade na previsão de vendas, o que não ocorre atualmente já que a demanda da empresa varia muito. Hoje para ganhar agilidade os materiais mais vendidos funcionam como *make-to-stock* na torre e na adesivadora de forma a facilitar o fornecimento de materiais para a conversão, no entanto, como foi possível observar, um elevado volume de estoque é gerado e muitas vezes se perde o controle deste valor.

4.4.5- Mapa do Estado Futuro

O mapa do estado futuro conforme abordado na revisão bibliográfica busca uma projeção das melhorias percebidas durante a composição do mapa do estado atual, diante disso a Figura 11 ilustra o MFV do estado futuro.

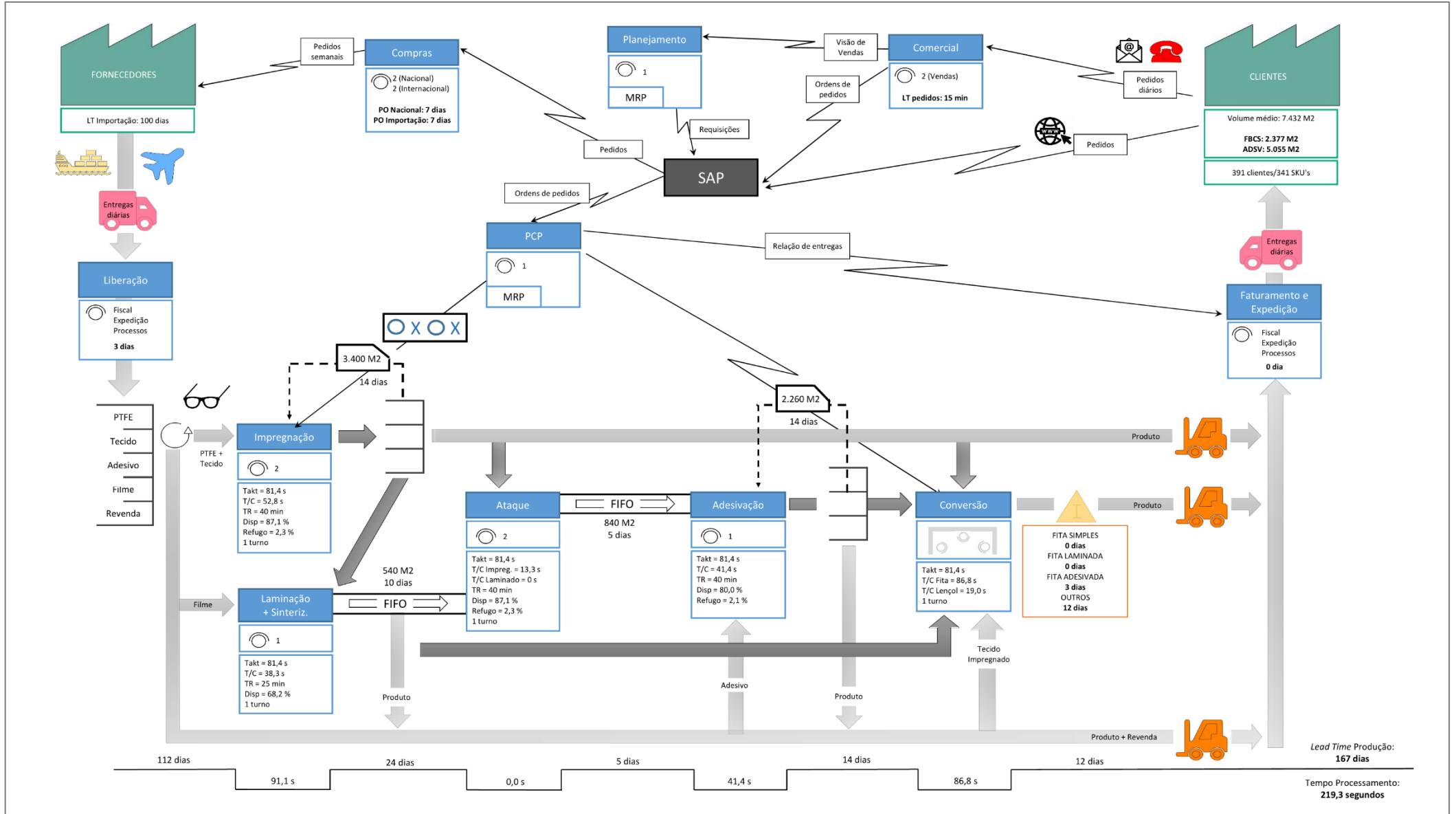


Figura 11: Mapa do fluxo de valor do estado futuro.
 Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

4.4.5.1- Novo *lead time*

A Tabela 14 apresenta a nova linha do tempo com base no estado futuro.

Tabela 14: *Lead time* do MFV do estado futuro.

| Processo | Estoque |
|------------------------------|-----------------|
| Armazenagem de matéria-prima | 112 dias |
| Impregnação | 14 dias |
| Laminação + sinterização | 10 dias |
| Ataque | 5 dias |
| Adesivação | 14 dias |
| Conversão | 0 dias |
| Produto acabado | 12 dias |
| Total | 167 dias |

Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

4.5- MELHORIAS DO PROCESSO

Ao se criar estoques controlados e fluxo contínuo na produção, o estoque em processo (WIP – *Working in Process*) diminuiu de 217 dias para 43 dias, uma redução de 80%.

Tabela 15: Comparação entre estado atual e futuro do *lead time* e WIP.

| Tipo | Estado atual | Estado futuro | Redução |
|------------------|---------------------|----------------------|----------------|
| <i>Lead time</i> | 341 dias | 167 dias | 51% |
| WIP | 217 dias | 43 dias | 80% |

Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

É possível observar da Tabela 15 que ambas as métricas tiveram grande redução e que há um alto impacto dos estoques das matérias-primas devido ao seu alto *lead time*.

A sugestão de estoques na execução do mapa do estado futuro foi realizada de forma a melhorar o *lead time*, mas sem deixar de existir um saldo que seja suficiente para lidar com as instabilidades da demanda.

Não foi sugerido mudanças no tempo de ciclo dos processos pois isso exige um entendimento maior do processo produtivo, no entanto de forma qualitativa vale ressaltar que uma realocação de mão-de-obra na linha de produção possa gerar melhores valores de disponibilidade.

A Tabela 16 mostra o contraste entre *lead time* e o tempo de processamento. Foi dividido o tempo de processamento pelo *lead time* considerando 8h/turno (que é o tempo disponível por dia para agregar valor).

Tabela 16: Linha do tempo do MFV.



| Processo | Estado atual | Estado futuro |
|------------------------|--------------|---------------|
| <i>Lead time</i> | 341 dias | 167 dias |
| Tempo de processamento | 219,3 s | 219,3 s |
| Valor agregado | 0,0012% | 0,0025% |




Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

Mesmo com uma redução de 51% no mapa do estado futuro, os estoques ainda se mostram expressivos em relação ao tempo de processamento, lembrando que os estoques ilustram a ineficiência do sistema. Comparando as taxas de agregação de valor, o estado futuro apresenta uma melhora de 108% na agregação de valor.

Por fim, durante a confecção do mapa do estado atual, foram levantados cinco principais pontos de melhoria, que estão representados na Tabela 17.

Tabela 17: Melhorias identificadas no processo atual.

| | |
|---|--|
|  | Estoques de semi-acabados: os estoques de materiais semi-acabados é um grande problema pois são custos que não agregam valor e elevam muito o <i>lead time</i> . O nivelamento apresentado anteriormente tem por finalidade ter maior controle sobre estes valores de forma a impactar menos nos resultados da empresa. |
|  | O outro ponto de melhoria é nos tempos de <i>setup</i> da torre, em especial na etapa de impregnação, que conforme foi mencionado pode elevar muito o tempo de produção já que dependendo das características do material pode ocasionar dias de indisponibilidade da torre. É importante que hajam trabalhos focados em desenvolver meios de redução deste valor. Uma sugestão é trabalhar um <i>mix</i> de produção onde os materiais possam ter etapas de produção consecutivas como impregnação e ataque, por exemplo. Outra alternativa, seria trabalhar a conformação do equipamento adicionando uma bobina inferior para que se evite o <i>setup</i> durante as passagens de um mesmo material. |

| | |
|---|---|
|  | A terceira melhoria se refere a utilização de um sistema MRP (“ <i>Material Requirement Planning</i> ”, Planejamento de Recursos de Produção) como forma de se otimizar o processo de escolha e contabilização dos materiais necessários à produção, auxiliando especificamente nas áreas de Planejamento de Materiais e Planejamento e Controle da Produção. Vale ressaltar que o sistema já está disponível, porém não é utilizado. |
|  | O quarto ponto visa automatizar a criação de pedidos de compra que hoje é um processo lento e manual. Criar um pedido de compra automático irá ajudar muito a área de Comércio Exterior devido ao grande volume de trabalho para se criar um único pedido, além de ganhar agilidade tornará o processo menos passível de erros. |
|  | O quinto ponto traz um projeto que está em execução no momento da confecção deste trabalho e que visa a criação de um portal do cliente com o objetivo de melhorar o contato entre empresa e consumidor. O portal trará funcionalidades como a inserção direta de pedido pelo próprio cliente, solicitações de cotação e certificados, assim como a possibilidade de acompanhamento dos pedidos em andamento. |

Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

5- CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Este trabalho aplicou um estudo acerca da cadeia de suprimentos em um dos mercados de uma indústria do setor de plásticos de performance utilizando a ferramenta de diagnóstico denominada Mapeamento do Fluxo de Valor.

O mapeamento do fluxo de valor se mostrou uma ótima ferramenta possibilitando a visualização das melhorias até onde se foi possível mapear. Conforme mencionado no estudo, a maioria dos trabalhos focam de maneira isolada apenas no processo produtivo, mas o MFV provou ser capaz de apresentar uma visão do todo utilizando uma linguagem simples e democrática.

A aplicação do MFV possibilitou a criação dos estados atual e futuro permitindo uma apresentação clara e objetiva dos processos além de ressaltar as perdas e ineficiências da cadeia, que se mostraram em linha com a proposta do estudo. A comparação dos estados atual e futuro ainda permitiu apontar, mesmo que minimamente, o impacto das melhorias sugeridas, destacando a redução dos *lead times* e a inserção de uma proposta de fluxo contínuo.

Vale ressaltar que a ferramenta MFV se mostrou bastante importante, no entanto sua utilização sem domínio dos conceitos da produção enxuta traz restrição a sua utilização já que ela apresenta a visualização dos problemas e, muitas vezes nem isso. Além disso a metodologia não sugere soluções para estes problemas e que para visualizar isto é necessário um bom conhecimento e experiência em *lean*. Portanto a continuidade do estudo se mostra necessária conforme sugestão apresentada na seção 5.2.

5.1- LIMITAÇÕES DO TRABALHO

A delimitação do trabalho para o chamado “porta-a-porta”, assim como a escolha da família de produtos a se trabalhar, foi extremamente importante durante o mapeamento pois se focou especialmente em processos que de certa forma a empresa tem ação direta. No entanto, ainda restaram uma considerável lista de elementos a se estudar e isto fez com que o detalhe de cada processo não tenha sido contemplado.

De fato, a ferramenta MFV busca uma visão geral e um diagnóstico muitas vezes superficial do objeto estudado. Por este motivo o trabalho cumpriu o seu propósito em

explorar a cadeia de suprimentos a ponto de propor melhorias para o seu melhor funcionamento.

Normalmente um estudo como este necessita de uma equipe multidisciplinar de forma a enriquecer os detalhes do mapeamento, assim como entender diferentes dores do negócio. O presente estudo não dispôs dessa vantagem, o que ocasionou em diversas limitações na concepção do trabalho em especial na construção do estado futuro.

Outro fator determinante que dificultou o estudo foi a sua confecção acontecer durante a pandemia do COVID-19 (do inglês: "*Corona Virus Disease 2019*", em português: "Doença por Corona vírus – 2019"), impossibilitando as visitas presenciais a empresa e dificultando a obtenção das informações de maneira remota que, somado ao pouco tempo disponível, precisaram sofrer algumas adaptações em seu escopo.

5.2- RECOMENDAÇÕES DE TRABALHOS FUTUROS

São enormes as possibilidades de trabalhos com *lean* partindo de um MFV. Em relação a continuidade do estudo, a criação de uma equipe multidisciplinar é um passo necessário para que se tenha uma leitura mais próxima das rotinas de trabalho. A partir disto é importante que outras ferramentas *lean* sejam introduzidas para que os focos de melhoria sejam tratados com sua atenção devida.

Antes de executar a elaboração de um estado futuro, em especial aos projetos que se mostrarem mais custosos, é importante que se disponha também de um método de custeio para contabilizar as melhorias sugeridas no MFV.

É interessante que se tenha investimentos em treinamentos e cultura *lean* na empresa para que os procedimentos sejam melhorados continuamente e os problemas resolvidos na causa raiz com agilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLACK, J. T. **O projeto da fábrica com futuro**. 1. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

FERRO, José R. A importância do tempo *takt*. **Lean Institute Brasil**, Porto Alegre, set. 2005. Disponível em: <<https://www.lean.org.br/artigos/948/a-importancia-do-tempo-takt.aspx>>. Acesso em set. 2020.

GHINATO, Paulo. **Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente just-in-time**. 1.ed. Caxias do Sul: EDUSC, 1996.

KEYTE, Beau; LOCHER, Drew. **The complete lean enterprise - Value stream mapping for administrative and office process**. New York: Productivity Press, 2004. p. 160

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala**. 1.ed. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PEINALDO, Jurandir; GRAEML, Alexandre R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: editora UnicenP, 2007.

PORTER, Michael E. **Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior**.12.ed. Rio de Janeiro: Campus, 1989. 512p.

ROTHER, Mike; SHOOK, John. **Aprendendo a enxergar – mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. São Paulo: *Lean Institute Brasil*, 2003.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. **A mentalidade Enxuta nas Empresas: Elimine o desperdício e crie Riqueza**. 4.ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T; ROOS, Daniel. **A máquina que mudou o mundo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.